

УДК

**Н.В. ШИРЯЄВА**, старший викладач, **О.Б. БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доцент, **А.І. ЛІСНИЧА**

## **ВИКОРИСТАННЯ РЯДІВ ДИНАМІКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ ЗА 2008 – ПОЧАТОК 2009 РОКИ**

*У доповіді представлено аналіз виробництва електроенергії в Україні за 2008-початок 2009 рр. Це завдання вирішується побудовою та аналізом рядів динаміки. Для виявлення загальної тенденції розвитку виробництва електроенергії застосовується метод ковзної середньої та метод аналітичного вирівнювання. Зроблено порівняльний аналіз одержаних результатів.*

*In the report the analysis of manufacture of the electric power in Ukraine for 2008-beginning of 2009 is presented. This problem is solved by construction and analysis of dynamic rows. The method is applied to revealing of the general tendency of the electric power manufacture development by average and a method of analytical alignment. The comparative analysis of the received results is made.*

Електроенергетика — це галузь енергетики, що включає виробництво, передачу і збут електроенергії. Електроенергетика є найбільш важливою галуззю енергетики, що пояснюється такими перевагами електроенергії перед енергією інших видів, як відносна легкість передачі на великі відстані, розподіли між споживачами, а також перетворення її в інші види енергії (механічну, теплову, хімічну, світлову та ін.).

Відмінною рисою електричної енергії є практична одночасність її генерування і вжитку, оскільки електричний струм поширюється по мережах зі швидкістю, близькою до швидкості світла. Електроенергія виробляється на електростанціях. У економічно розвинених країнах технічні засоби електроенергетики об'єднані в електроенергетичні системи.

Електроенергетика є складником енергетичного комплексу України. Вона впливає не лише на розвиток народного господарства, але і на територіальну організацію виробничих сил. Електроенергія виробляється здебільше за рахунок не поновлюваних джерел – камінного та бурого вугілля, нафти, природного газу. Але потенціал України у цій галузі не використовується на всю потужність. Через це практично половина електроенергії поступає з Росії і Туркменістану. Тому, також враховуючи кризу в країні, дослідження в області потенційний можливого виробництва електроенергії актуальні як ніколи.

Для цього необхідно побудувати та проаналізувати ряди динаміки, вирівнювати динамічні ряди. Ми зробимо це за допомогою метода визначення ковзної середньої та аналітичним вирівнюванням. Метод аналітичного вирівнювання дає змогу отримати узагальнюючу статистичну оцінку тренду, а для його виявлення та опису застосуємо метод визначення ковзної середньої.

### Постановка задачі

За даними Держкомстату України виробництво електроенергії за 2008–початок 2009 рр. складає, млн.кВт.год. (табл.1).

Таблиця 1(початок)

Рік	2008								
Місяць	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.
Виробництво електроенергії	19300	17591	17318	15692	15175	14646	15403	15454	14821

Таблиця 1(кінець)

Рік	2008			2009		
Місяць	Жовт.	Лист.	Груд.	Січ.	Лют.	Бер.
Виробництво електроенергії	14803	14728	16862	16492	14782	15471

Необхідно визначити: а) вид лінії тренду, б) сезонну та випадкову компоненти, в) параметри рівняння регресії ліній тренду, г) точковий та інтервальний прогноз щодо виробництва електроенергії в Україні на червень 2009 року, д) тісноту зв'язку між показниками.

### Теоретична частина

Нам необхідно проаналізувати ряд динаміки для визначення залежності показника від часу, можливості розвитку аналізованого явища і характер зміни показників.

Для цього необхідно вирівнювати ряди за допомогою метода *аналітичного вирівнювання*. Його метою є визначення аналітичної або графічної залежності  $f(t)$ . На практиці по наявному тимчасовому ряду задають вигляд і знаходять параметри функції  $f(t)$ , а потім аналізують поведінку відхилень від тенденції. Функцію  $f(t)$  обирають так, щоб вона давала змістовне пояснення процесу, що вивчався. Ми оберемо лінійну математичну функцію  $f(t) = a_0 + a_1 t$  (1), де  $a_0$  та  $a_1$  - параметри, які необхідно розрахувати.

У більшості випадків для розрахунку використовується метод найменших квадратів, який забезпечує мінімальну суму квадратів відхилень фактичних значень від вирівняних.

$$S = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

Із цієї умови (2) отримуємо систему нормальних рівнянь. Приймаємо  $t=0$  з середини динамічного ряду і система нормальних рівнянь набуває вигляду:

$$\begin{cases} a_0 n = \sum y_s; \\ a_1 \sum t^2 = \sum y_i * t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_0 = \frac{\sum y}{n}; \\ a_1 = \frac{\sum y_i * t}{\sum t^2} \end{cases} \quad (3)$$

Далі вираховуємо індекс сезонності (який нам необхідний для визначення сезонної та випадкової компонент) та усереднений індекс сезонності.

$$C_i = \frac{y_i}{\hat{y}_i}; \quad (4) \quad \bar{c}_i = \frac{\sum_{i=1}^l C_i}{l} \quad (5)$$

Вирівнюємо ряд з урахуванням сезонності та розраховуємо сезонну та випадкову компоненти:

$$\hat{y}_i' = \hat{y}_i * \bar{c}_i; \quad (6) \quad P_{sez\_i} = \hat{y}_i' - \hat{y}_i; \quad (7) \quad P_{vun} = y_i - \hat{y}_i'. \quad (8)$$

Для інтервального прогнозу необхідно визначити межі інтервалів. Для цього використовуємо нерівність:

$$y_{np} - t_{0,95;13} * \sigma_\varepsilon \leq y_{np} \leq y_{np} + t_{0,95;13} * \sigma_\varepsilon; \quad (9)$$

де  $y_{np}$  - точкове значення прогнозу,  $t_{0,95;13}$  - коефіцієнт довіри за розподілом Ст'юдента,  $\sigma_\varepsilon$  - залишкове середнє квадратичне відхилення, яке

розраховується за формулою  $\sigma_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-m)}}$  (10),  $n$  - кількість рівнів

базисного ряду динаміки,  $m$  - кількість параметрів залежності тренду.

Для розрахунку тісноти зв'язку між параметрами застосовуються коефіцієнти кореляції та детермінації.

$$r = \sqrt{R^2} \text{ - коефіцієнт кореляції;} \quad (11)$$

$$R^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2} \text{ - коефіцієнт детермінації.} \quad (12)$$

Для оцінки значимості зв'язку між ознаками треба розрахувати критерії Фішера и Ст'юдента.

Критерій Фішера:

$$F = \frac{\frac{1}{l-1} \sigma_{факт.}^2}{\frac{1}{n-l} \sigma_{ост}^2} \Rightarrow F = \frac{\sigma_{факт}^2 (n-l)}{\sigma_{ост}^2 (l-1)} \quad (13)$$

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}; \quad (14) \quad \sigma_{факт}^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}; \quad (15)$$

$$\text{Звідси} \Rightarrow F = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 * (n-l)}{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 * (l-1)} \quad (16)$$

де  $l$  – кількість параметрів функції, яка описує тенденцію;

$n$  – кількість рівнів ряду.

Критерій Ст'юдента має вигляд:

$$t = R \sqrt{\frac{n-l}{1-R^2}} \quad (17)$$

### Розрахункова частина

Для побудови графічного зображення динамічного ряду з наявністю сезонних коливань необхідно розрахувати усі показники, зазначені в теоретичній частині. Їх значення представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Год	Месяц	$y_i$	t	$y_i * t$	$\hat{y}_i(1)$	$C_i(4)$	$\hat{y}_i(6)$	$P_{сез}(7)$	$P_{вун}(8)$	$P_{сез+вун}$
2008	січень	19300	-7	-135100	17020,37	1,1339	18942,0463	1921,6796	357,95	2279,63
	лютий	17591	-6	-105546	16860,70	1,0433	17134,10	273,41	456,90	730,30
	березень	17318	-5	-86590	16701,02	1,0369	17396,98	695,96	-78,98	616,98
	квітень	15692	-4	-62768	16541,35	0,9487	15692,00	-849,35	0,00	-849,35
	травень	15175	-3	-45525	16381,68	0,9263	15175,00	-1206,68	0,00	-1206,68
	червень	14646	-2	-29292	16222,01	0,9028	14646,00	-1576,01	0,00	-1576,01
	липень	15403	-1	-15403	16062,34	0,9590	15403,00	-659,34	0,00	-659,34
	серпень	15454	0	0	15902,67	0,9718	15454,00	-448,67	0,00	-448,67
	вересень	14821	1	14821	15743,00	0,9414	14821,00	-922,00	0,00	-922,00
	жовтень	14803	2	29606	15583,32	0,9499	14803,00	-780,32	0,00	-780,32
	листопад	14728	3	44184	15423,65	0,9549	14728,00	-695,65	0,00	-695,65
	грудень	16864	4	67456	15263,98	1,1048	16864,00	1600,02	0,00	1600,02
2009	січень	16492	5	82460	15104,31	1,0919	16809,66	1705,35	-317,66	1387,69
	лютий	14782	6	88692	14944,64	0,9891	15186,98	242,34	-404,98	-162,64
	березень	15471	7	108297	14784,97	1,0464	15401,08	616,11	69,92	686,03
$\Sigma$	-	238540	0	-44708	238540	-	238456,84	-83,1571	83,1571	0,00

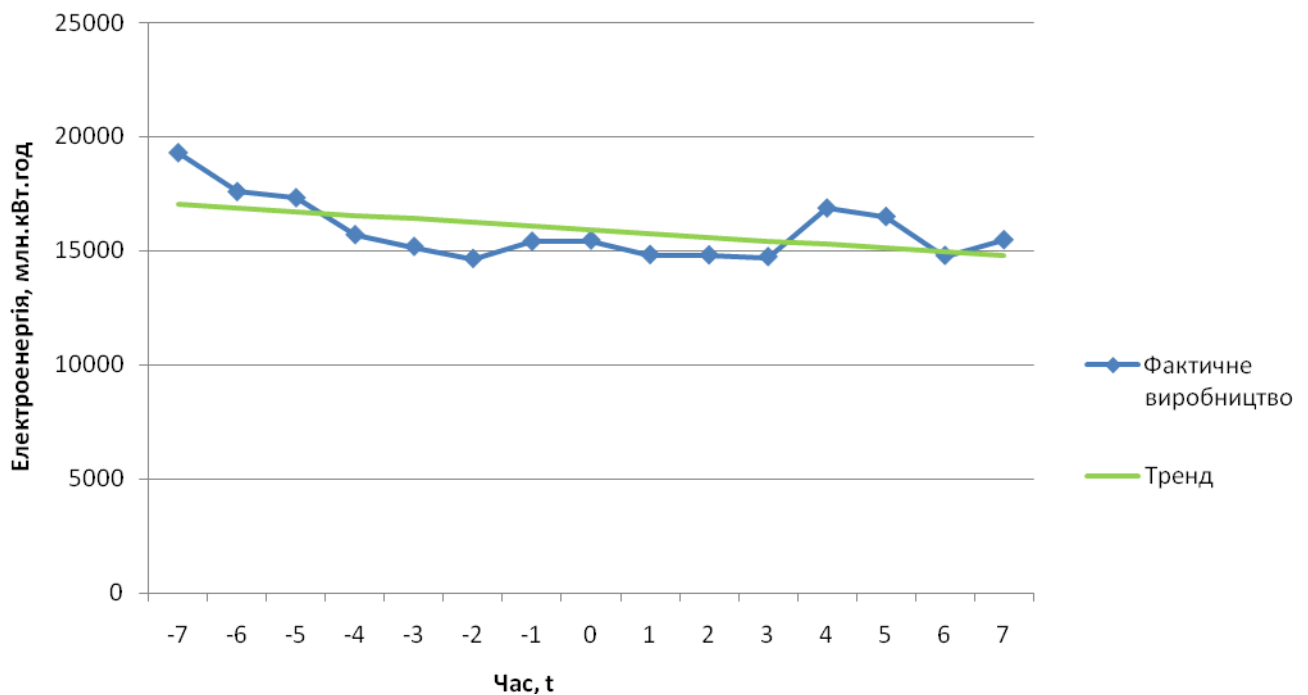
За формулою (3) розрахуємо параметри:

$$a_0 = \frac{238540}{15} = 15902,67 \quad a_1 = \frac{-44708}{280} = -159,67$$

Звідси рівняння, яке описує лінію тренду має такий вигляд (1):

$$\hat{y}_i = 15902,67 - 159,67 * t$$

Тепер побудуємо графік 1 для уявлення характеру тенденції виробництва електроенергії. Вирівнювання ряду динаміки здійснюється за допомогою лінійної математичної функції, оскільки фактичні дані розміщені доволі близько до прямої лінії.



Графік 1 – Виробництво електроенергії в Україні за 2008 – поч. 2009 р.р.

За допомогою рівняння тренду проводимо точковий та інтервальний прогноз щодо виробництва електроенергії у червні 2009 року. Для червня  $t=10$ .

Точковий прогноз:

$$y_{np} = 15902,67 - 159,67 * 10 = 14305,97$$

Для інтервального прогнозу використаємо нерівність (9) та формулу (10).

$$\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{17863155,37}{13}} = 1187,56$$

Коефіцієнт довіри  $t_{0,95;13}$  обираємо з статистичних таблиць  $t$ -розподілу Ст'юдента в залежності від рівня значимості  $\alpha = 0,05$  і числа ступенів вільності  $(n-m) = 15-2=13$  -  $t_{0,95;13} = 2,16$ . Тоді прогнозне значення виробництва електроенергії в Україні (млн.кВт.год) у червні 2009 року з ймовірністю 95% буде знаходитися в межах:  $11740,83 \leq Y_{np} \leq 16871,08$ .

Визначаємо тісноту зв'язку між ознаками за допомогою формул (11) та (12):

$$R^2 = \frac{7138604,07}{25472387,33} = 0,28$$

$$r = \sqrt{0,28} = 0,53$$

Кореляційний зв'язок між ознаками не дуже щільний.

Значимість зв'язку розрахуємо за критерієм Фішера (13):

$$F = \frac{7138604,07 * (15 - 2)}{18333797,1 * (2 - 1)} = 5,062$$

$F_{\text{факт.}}$  порівнюємо з  $F_{\text{теор}}$  при  $\nu_1=1, \nu_2=13$  ступенів вільності та рівні значимості  $\alpha = 0,05$ .  $F_{\text{теор}} = 4,67$ .  $F_{\text{факт.}} > F_{\text{теор}} \Rightarrow$  рівняння регресії значимо, тобто збудована модель адекватна фактичній тимчасовій тенденції.

Розрахуємо значимість коефіцієнту кореляції (12):

$$t_{\text{факт}} = 0,53 \sqrt{\frac{15 - 2}{1 - 0,28}} = 2,25$$

$$t_{\text{табл}} = 2,16$$

$t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}} \Rightarrow$  зв'язок між ознаками істотний.

## Висновки

1. Визначено вид лінії тренду за даними про виробництво електроенергії в Україні – це лінійна функція. Її параметри  $a_0 = 15902,67$ ,  $a_1 = -159,67$ , що означає що кожен місяць виробництво електроенергії падає на 159,67 млн.кВт.год.
2. Зроблено точковий та інтревальний прогноз щодо виробництва електроенергії у червні 2009 року. Воно становитиме 14305,97 за точковим прогнозам, та з ймовірністю 95% лежатиме в межах від 11740,83 до 16871,08 млн.кВт.год.
3. Оцінка тісноти та значимості зв'язку між ознаками показала що зв'язок не достатньо тісний. Але вибіркова сукупність та зв'язок є значимими. Також з'ясовано що коефіцієнт кореляції має значення і виявлено істотний зв'язок між ознаками.

**Список літератури:** 1. Економетрія: навч.-метод. посібник / О. Б. Білоцерківський, Н. В. Ширяєва. – Харків: НТУ "ХП", 2008. – 80 с.. 2. <http://ru.wikipedia.org> 3. Економетрія: Підручник / Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. – К.: КНЕУ, 2005. – 520 с 4. <http://www.ukrstat.gov.ua>